

SCANNING TUNNELING MICROSCOPE, ITS PROBE, PROCESSING METHOD FOR THE PROBE AND PRODUCTION METHOD FOR FINE STRUCTURE**Patent number:** WO0070325**Publication date:** 2000-11-23**Inventor:** AONO MASAKAZU [JP]; NAKAYAMA TOMONOBU [JP];
TERABE KAZUYA [JP]**Applicant:** JAPAN SCIENCE & TECH CORP [JP]; RIKAGAKU
KENKYUSHO [JP]; AONO MASAKAZU [JP];
NAKAYAMA TOMONOBU [JP]; TERABE KAZUYA [JP]**Classification:****- international:** G01N13/12; G01B7/34; G12B21/04**- european:** B82B3/00; G01N27/00F; G12B21/04**Application number:** WO1999JP06385 19991116**Priority number(s):** JP19990132857 19990513**Also published as:**

US6608306 (B1)

CA2342157 (A1)

Cited documents:

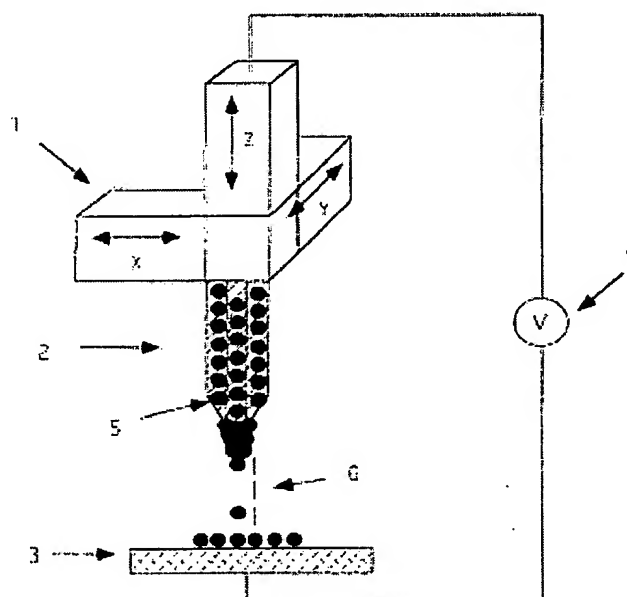
JP6074899

EP0431623

JP9288115

Abstract of WO0070325

A scanning tunneling microscope capable of constructing a continuous fine structure, its probe, a processing method for the probe and a production method for a fine structure. A probe (2) for a scanning tunneling microscope made of ionic conductive and electronic conductive Ag₂S single crystal is provided, a voltage and a tunnel current (6) is applied to between the probe (2) and a substrate (3) to move the above Ag ions and grow a protrusion (mini-chip) consisting of Ag ions or Ag atoms at the tip end of the probe (2), after the growth of the protrusion, the applied voltage polarity is reversed to allow Ag ions or Ag atoms constituting the grown protrusion to re-dissolve into the Ag₂S single crystal and shrink the protrusion, and a probe (2) having a shaped protrusion consisting of the Ag ions or Ag atoms is formed. Movable ions in a mixed conductive material or atoms constituting a mixed conductive material are applied to a substrate to form a fine structure on the substrate.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



<p>(51) 国際特許分類7 G01N 13/12, G01B 7/34, G12B 21/04</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO00/70325</p> <p>(43) 国際公開日 2000年11月23日(23.11.00)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06385</p> <p>(22) 国際出願日 1999年11月16日(16.11.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平11/132857 1999年5月13日(13.05.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 科学技術振興事業団(JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION)[JP/JP] 〒332-0012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama, (JP) 理化学研究所(RIKAGAKU KENKYUSHO)[JP/JP] 〒351-0198 埼玉県和光市広沢2番1号 Saitama, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 青野正和(AONO, Masakazu)[JP/JP] 中山知信(NAKAYAMA, Tomonobu)[JP/JP] 〒351-0198 埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所内 Saitama, (JP) 寺部一弥(TERABE, Kazuya)[JP/JP] 〒335-0031 埼玉県戸田市美女木一丁目19番9-402号 Saitama, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 弁理士 清水 守(SHIMIZU, Mamoru) 〒101-0053 東京都千代田区神田美土代町7番地10 大園ビル Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CA, JP, US</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54) Title: SCANNING TUNNELING MICROSCOPE, ITS PROBE, PROCESSING METHOD FOR THE PROBE AND PRODUCTION METHOD FOR FINE STRUCTURE</p> <p>(54) 発明の名称 走査型トンネル顕微鏡、その探針、その探針の処理方法及び微細構造物作製方法</p> <p>(57) Abstract A scanning tunneling microscope capable of constructing a continuous fine structure, its probe, a processing method for the probe and a production method for a fine structure. A probe (2) for a scanning tunneling microscope made of ionic conductive and electronic conductive Ag₂S single crystal is provided, a voltage and a tunnel current (6) is applied to between the probe (2) and a substrate (3) to move the above Ag ions and grow a protrusion (mini-chip) consisting of Ag ions or Ag atoms at the tip end of the probe (2), after the growth of the protrusion, the applied voltage polarity is reversed to allow Ag ions or Ag atoms constituting the grown protrusion to re-dissolve into the Ag₂S single crystal and shrink the protrusion, and a probe (2) having a shaped protrusion consisting of the Ag ions or Ag atoms is formed. Movable ions in a mixed conductive material or atoms constituting a mixed conductive material are applied to a substrate to form a fine structure on the substrate.</p> <div data-bbox="727 1297 1377 1885"> </div>		

(57)要約

連続的な微細構造物を容易に構築することができる走査型トンネル顕微鏡、その探針、その探針の処理方法及び微細構造物作製方法を提供する。

イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた Ag_2S 単結晶の走査型トンネル顕微鏡の探針(2)を用意し、その探針(2)と基板(3)の間に電圧とトンネル電流(6)を加えることにより、前記 Ag イオンを移動させ、前記探針(2)の先端にその Ag イオン又は Ag 原子から構成される突起物(ミニチップ)を成長させ、前記突起物の成長後、加えられる電圧極性を反対にすることにより成長した前記突起物を構成する Ag イオン又は Ag 原子を Ag_2S 単結晶中に再溶解させて前記突起物を収縮させ、整形された前記 Ag イオン又は Ag 原子からなる突起物を有する探針(2)を形成する。

また、混合導電体材料の可動イオンあるいは混合導電体材料を構成する原子を、基板上に付与して、この基板上に微細構造物を形成する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AG アンティグア・バーブーダ	DZ アルジェリア	LC セントルシア	SD スーダン
AL アルバニア	EE エストニア	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AM アルメニア	ES スペイン	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AT オーストリア	FI フィンランド	LR リベリア	SI スロヴェニア
AU オーストラリア	FR フランス	LS レソト	SK スロヴァキア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BB バルバドス	GD グレナダ	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BE ベルギー	GE グルジア	MA モロッコ	TD チャード
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BG ブルガリア	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BJ ベナン	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BR ブラジル	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR トルコ
BY ベラルーシ	GW ギニア・ビサウ	共和国	TT トリニダード・トバゴ
CA カナダ	HR クロアチア	ML マリ	TZ タンザニア
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	MN モンゴル	UA ウクライナ
CG コンゴ	ID インドネシア	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CH スイス	IE アイルランド	MW マラウイ	US 米国
CI コートジボアール	IL イスラエル	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CM カメルーン	IN インド	MZ モザンビーク	VN ヴェトナム
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	YU ユーゴスラヴィア
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	ZA 南アフリカ共和国
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZW ジンバブエ
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	
CZ チェッコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明 細 書

走査型トンネル顕微鏡、その探針、その探針の処理方法及び微細構造物作製方法

技術分野

本発明は、走査型トンネル顕微鏡、その探針の処理方法及び微細構造物作製方法に関するものである。

背景技術

従来、このような分野の技術としては、例えば以下に開示されるようなものがあった。

(1) H. J. Mamin, P. H. Guethner and D. Ruga
r : Phys. Rev. Lett. 65 (1990) 2418

(2) C. S. Chang, W. B. Su and Tien T. Tsong
g : Phys. Rev. Lett. 72 (1994) 574

(3) M. Takai, H. Andoh, H. Miyazaki and T.
Tsuruhara : Microelectronic Engineerin
g 35 (1997) 353

STM（走査型トンネル顕微鏡）による微細構造物の作製方法は、幾つか報告されているが、本発明に近い従来例として以下のものがある。

尚、STMとは、導電性の探針を導電性の基板に1ナノメートル程度まで近づけ、前記探針と前記基板との間で加える電圧やその間を流れるトンネル電流を測定または制御することにより、前記基板の表面微細構造を観測することを指す場合が多い。しかし、本発明においてのSTMとは、前記電圧やトンネル電流の測定または制御することによる前記表面微細構造の観察を目的とする装置のみならず、前記探針と前記基板との間に加えられる前記電圧や前記トンネル電流による効果を利用した前記探針あるいは前記基板の表面微細加工を目的とする装置も含むものとする。

第1図はかかる従来の走査型トンネル顕微鏡とそれによる微細構造物の作製方

法の原理を示す模式図である。

この図に示すように、作製する構造物を構成する金属からなる細線をSTM探針101に用いて、このSTM探針101と基板102との間に電圧とトンネル電流を加え、その電圧とトンネル電流の効果により前記STM探針101の先端から基板102上に金属原子103を付与して微細構造物を構築する。なお、100は3次元駆動装置である。

また、第2図に示すように、他の金属111を金属112で被覆した細線をSTM探針110に用いて、このSTM探針110と基板との間に電圧とトンネル電流を加え、その電圧とトンネル電流の効果により前記STM探針110の先端から基板上に金属原子を付与して微細構造物を構築するようにしていた。

発明の開示

しかしながら、これら従来の手法では、探針先端から原料金属が固まりとなって不連続に基板上に付与されるか、または数個の金属原子しか連続的に付与することができない。つまり、探針から基板上への金属原子の連続的な供給が困難であった。

そのため、従来の手法では、連続的な微細構造物を構築することは困難である。

本発明は、上記問題点を解決するために、連続的な微細構造物を容易に構築することができる走査型トンネル顕微鏡、その探針、その探針の処理方法及び微細構造物作製方法を提供することを目的とする。

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕走査型トンネル顕微鏡において、イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針を具備することを特徴とする。

〔2〕上記〔1〕記載の走査型トンネル顕微鏡において、前記混合導電体材料がAg₂S単結晶であることを特徴とする。

〔3〕上記〔1〕記載の走査型トンネル顕微鏡において、前記探針と基板との間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記混合導電体材料の先端での突起物（ミニチップ）の成長あるいは収縮現象を利用して得られる探針。

〔４〕走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法において、イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針を用意する工程と、前記探針と基板の間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記混合導電体材料内の可動金属イオンを移動させ、前記探針の先端にその金属イオン（原子）から構成される突起物（ミニチップ）を成長させる工程と、前記突起物の成長後、加えられる電圧極性を反対にすることにより成長した前記突起物を構成する金属イオン（原子）を混合導電体材料中に再溶解させて前記突起物を収縮させる工程とを施すことを特徴とする

〔５〕上記〔４〕記載の走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法において、前記混合導電体材料として Ag_2S 単結晶を用いることを特徴とする。

〔６〕上記〔４〕又は〔５〕記載の走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法によって得られた走査型トンネル顕微鏡の探針と基板との間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記基板の表面微細構造を観測することを特徴とする。

〔７〕イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針において、前記探針と基板との間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記基板の表面微細構造を観測するとともに、前記混合導電体材料の可動イオンあるいは混合導電体材料を構成する原子を、前記基板表面に付与して、微細構造物を作製することを特徴とする。

〔８〕イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針において、前記探針と基板上の間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記混合導電体材料の可動イオンあるいは混合導電体材料を構成する原子を、基板上に付与して、該基板上に微細構造物を形成することを特徴とする。

図面の簡単な説明

第１図は、従来の走査型トンネル顕微鏡とそれによる微細構造物の作製方法の原理を示す模式図である。

第２図は、従来の他の走査型トンネル顕微鏡の探針を示す図である。

第３図は、本発明の実施例を示す走査型トンネル顕微鏡とそれによる微細構造

物の構築原理を示す模式図である。

第4図は、本発明の実施例を示す走査型トンネル顕微鏡の探針としての Ag_2S 単結晶育成装置の概略構成図である。

第5図は、第4図に示す装置により銀線上に育成した針状の Ag_2S 単結晶を示す図である。

第6図は、走査型トンネル顕微鏡の探針の先端への銀突起物の成長過程を示す図である。

第7図は、本発明の実施例を示す銀突起物（ミニチップ）を先端に作製した Ag_2S 単結晶を STM 探針として用いて観察したシリコン表面の原子構造を示す図である。

第8図は、本発明の実施例を示すシリコン基板上に作製した幅 15 nm、長さ 150 nm、厚さ 0.3 nm 程度の細線状の微細構造物を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図を参照しながら詳細に説明する。

第3図は本発明の走査型トンネル顕微鏡とそれによる微細構造物の構築原理を示す模式図である。

この図において、1は3次元駆動装置、2はその3次元駆動装置に連結された STM 探針であり、この STM 探針2は、イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる。3は基板、4は電圧・電流を供給する電源、5は可動イオン、6はトンネル電流であり、STM 探針2と基板3間に電源4から電圧・電流を供給してトンネル電流6を発生させることができる。

走査型トンネル顕微鏡（STM）は、適当な基板上にナノメートルサイズさらには原子サイズでの微細構造物の構築を可能にするための有力な装置である。STMを用いて、その探針からの原子付与によって微細構造物を構築するためには、「作製した構造物の確認のために基板表面の構造が観察できること」および「探針の先から基板上へ金属原子などが連続的に付与できること」といった条件を満たす STM 探針が必要である。

しかし、従来技術で述べたように、従来の STM を用いた微細構造物の構築技

術では、探針から基板上への金属原子の連続的な供給が困難であった。

本発明では、第3図に示すように、イオンと電子が結晶中を容易に可動する混合導電体材料をSTM探針2に用いる。この混合導電体をSTM探針に用いることにより、電子導電性によるトンネル電流を利用して基板表面構造の観察が容易であり、さらにイオン導電性による可動イオン5を利用してSTM探針先から基板上へ可動イオン又は原子の連続的な付与が可能になる。

この実施例では、混合導電体材料の中でも銀イオンと電子が伝導する Ag_2S 単結晶をSTM探針に用いて、この探針による基板表面の構造の観察ならびにこの探針から基板上への銀原子の付与による微細構造物の構築を行う。

以下、本発明の実施例を示す微細構造物の構築について説明する。

(1) まず、STM探針に用いる混合導電体 Ag_2S 単結晶は、気相成長法により作製する。特に、STM探針に利用できるように、 Ag_2S 単結晶の成長速度と成長方向を制御して、針状の形をした単結晶を作製する(ステップS1)。

第4図は本発明の実施例を示す走査型トンネル顕微鏡の探針としての Ag_2S 単結晶育成装置の概略構成図である。

第4図において、11は電気炉、12はガラス管、13は毛細管、14は銀線、15は硫黄粉末である。

第4図に示すように、銀線14と硫黄粉末15をガラス管12中に真空封入し、銀線14と硫黄粉末15から生成する硫黄ガスを反応させることにより、銀線14の先端に Ag_2S 単結晶を作製する。この時、STM探針として利用できるように、針状の形をした単結晶を作製する。そのため、一端を封じた毛細管13内に銀線14を入れて、 Ag_2S 単結晶の成長方向および成長速度を制御する。さらに、ガラス管12中の銀線14と硫黄粉末15の温度を電気炉11に適温に保持することにより、 Ag_2S 単結晶の成長速度を制御することができる。

第5図は上記した方法により銀線上に育成した針状の Ag_2S 単結晶を示す図である。

この銀線上の Ag_2S 単結晶をSTM探針として用いる。

(2) また、作製した Ag_2S 単結晶をそのまま用いたSTM探針では、その探針先端が十分に尖鋭でないために、基板の表面構造を観察することができない。

そこで、 Ag_2S 単結晶からなる探針と基板との間に適当な電圧とトンネル電流を加えることにより、混合導電体 Ag_2S 結晶中の可動銀イオンを探針の先端に移動して、さらに銀原子として Ag_2S 表面上に析出させる。多くの銀原子を表面上に析出させることにより、 Ag_2S 単結晶からなる探針の先端に銀原子から構成する銀突起物を成長させる。この銀突起物（ミニチップ）を先端に成長させた Ag_2S を STM 探針として用いることにより、基板表面の構造および基板表面に構築した微細構造物の観察が可能になる（ステップ S2）。

ここで、 Ag_2S 単結晶上への銀突起物の作製及びこの Ag_2S 単結晶探針による基板表面構造の観察について説明する。

上記した Ag_2S 単結晶を STM 探針として用いて、この探針と基板との間に適当な電圧とトンネル電流を加えることにより、その探針の先端にこの銀金属から構成される突起物を成長させる。この銀突起物の成長過程を第6図に示す。

サンプルバイアス電圧（ V_s ）が負の極性で、トンネル電流（ I_t ）が小さい条件（図中の条件1： V_s は -2.0 V 、 I_t は 0.05 nA ）は銀突起物の成長は起こらないが、トンネル電流値が大きい条件（図中の条件2： V_s は -2.0 V 、 I_t は 1.35 nA ）では銀突起物の成長が始まる。

また、加えるサンプルバイアス電圧（ V_s ）の極性を正に変えた場合は、トンネル電流（ I_t ）が小さい条件（図中の条件3： V_s は 2.0 V 、 I_t は 0.05 nA ）では、成長した銀突起物に変化は起こらないが、トンネル電流値が大きい条件（図中の条件4： V_s は 2.0 V 、 I_t は 0.35 nA ）では銀突起物は収縮（ Ag_2S 単結晶内へ再溶解）する。

すなわち、電圧の極性を反対に変えることにより、銀突起物を伸ばしたり、縮めたりすることができる。銀突起物の成長は、探針と基板との間に加えた電圧とトンネル電流の効果により、 Ag_2S 混合導電体結晶内の可動銀イオンが探針の先端に移動した後、銀金属原子となって混合導電体結晶内部からその表面上に出るために起こる。

一方、銀突起物の収縮は、加える電圧の極性を反対にすることにより、上記の成長過程と反対方向の反応が起こることに起因する。この銀原子からなる突起を先端に成長させた Ag_2S 混合導電体結晶を STM 探針として用いることにより、

基板表面の構造および基板表面に構築した微細構造物の観察が可能になる。これは、 Ag_2S 単結晶の先端の銀突起物がミニチップとして働くためである。

第7図は本発明の実施例を示す銀突起物（ミニチップ）を先端に作製した Ag_2S 単結晶をSTM探針として用いて観察したシリコン表面の原子構造を示す図である。

（3）次いで、 Ag_2S のSTM探針による基板上への極微細構造物の作製方法について説明する。つまり、銀突起物を先端に成長させた Ag_2S 単結晶のSTM探針と基板との間に適当な電圧とトンネル電流を加えることにより、このSTM探針の先端から Ag_2S 単結晶内を可動する銀イオンあるいは銀原子を基板上に連続的に付与させる。この時、その探針を基板上で走査することにより、この銀原子によって微細構造物を基板上に作製することができる（ステップS3）。

第8図は上記した方法によりシリコン基板上に作製した幅15nm、長さ150nm、厚さ0.3nm程度の細線状の微細構造物である。

また、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

（A）混合導電体をSTM探針に用いることにより、電子導電性によるトンネル電流を利用して基板表面構造の観察が容易であり、さらにイオン導電性による可動イオンを利用してSTM探針先から基板上へ可動イオン又は原子の連続的な付与が可能になり、連続的な微細構造物を容易に構築することができる。

（B）混合導電体材料の中でも銀イオンと電子が伝導する Ag_2S 単結晶をSTM探針に用いて、この探針による基板表面の構造の観察ならびにこの探針から基板上への銀原子の付与による微細構造物の構築を行うことができる。

（C）シリコン基板上に、例えば、幅15nm、長さ150nm、厚さ0.3nm程度の細線状の微細構造物を作製することができる。

産業上の利用可能性

本発明の走査型トンネル顕微鏡、その探針、その探針の処理方法及びそれを用

いた微細構造物作製方法によれば、基板表面の原子構造の観察や、連続的なナノサイズ構造の構築に適用することができる。

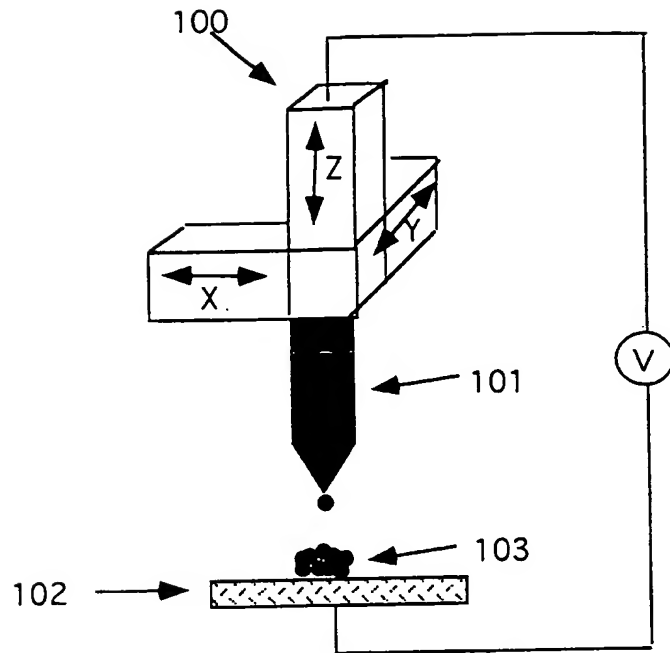
請 求 の 範 囲

1. 走査型トンネル顕微鏡において、
イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針を具備することを特徴とする走査型トンネル顕微鏡。
2. 請求項1記載の走査型トンネル顕微鏡において、前記混合導電体材料がAg₂S単結晶であることを特徴とする走査型トンネル顕微鏡。
3. 請求項1記載の走査型トンネル顕微鏡において、前記探針と基板との間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記混合導電体材料の先端での突起物（ミニチップ）の成長あるいは収縮現象を利用して得られる探針。
4. 走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法において、
(a) イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針を用意する工程と、
(b) 前記探針と基板の間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記混合導電体材料内の可動金属イオンを移動させ、前記探針の先端にその金属イオン（原子）から構成される突起物（ミニチップ）を成長させる工程と、
(c) 前記突起物の成長後、加えられる電圧極性を反対にすることにより成長した前記突起物を構成する金属イオン（原子）を混合導電体材料中に再溶解させて前記突起物を収縮させる工程とを施すことを特徴とする走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法。
5. 請求項4記載の走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法において、前記混合導電体材料としてAg₂S単結晶を用いることを特徴とする走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法。
6. 請求項4又は5記載の走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法によって得られた走査型トンネル顕微鏡の探針と基板との間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記基板の表面微細構造を観測することを特徴とする走査型トンネル顕微鏡の探針の処理方法。
7. イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針において、前記探針と基板との間に電圧とトンネル電流を加

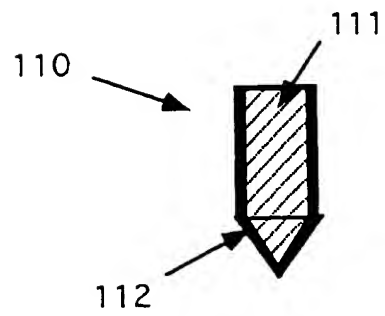
えることにより、前記基板の表面微細構造を観測するとともに、前記混合導電体材料の可動イオンあるいは混合導電体材料を構成する原子を、前記基板表面に付与して、微細構造物を作製することを特徴とする微細構造物作製方法。

8. イオン導電性と電子導電性とを兼ね備えた混合導電体材料からなる走査型トンネル顕微鏡の探針において、前記探針と基板上の間に電圧とトンネル電流を加えることにより、前記混合導電体材料の可動イオンあるいは混合導電体材料を構成する原子を、基板上に付与して、該基板上に微細構造物を形成することを特徴とする微細構造物作製方法。

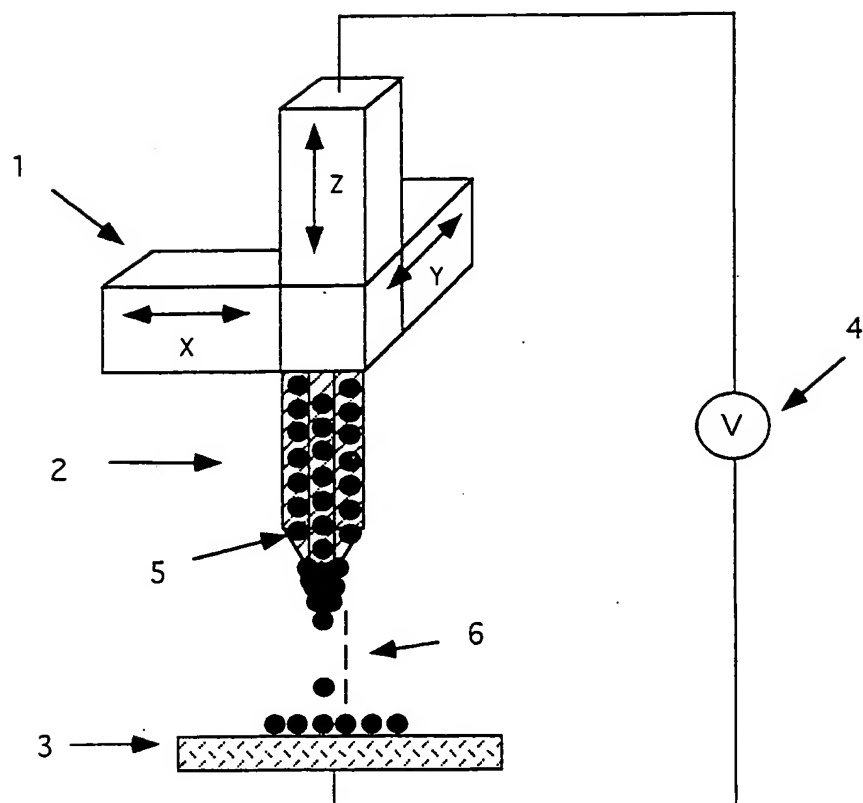
第 1 図



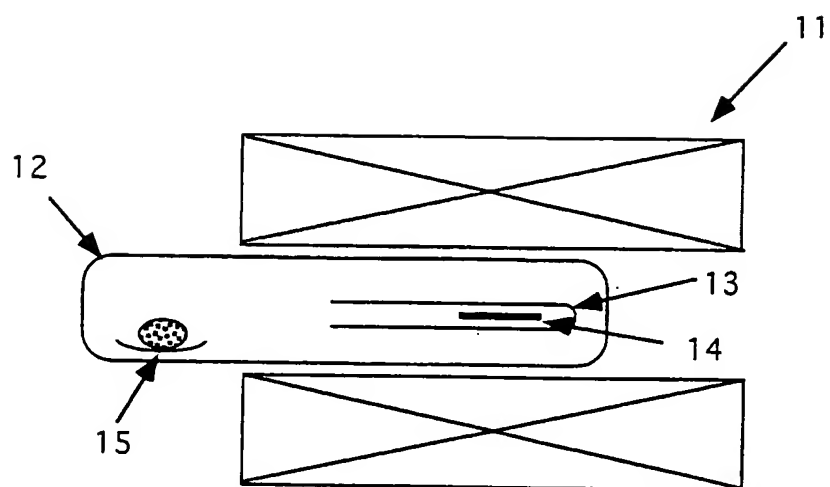
第 2 図



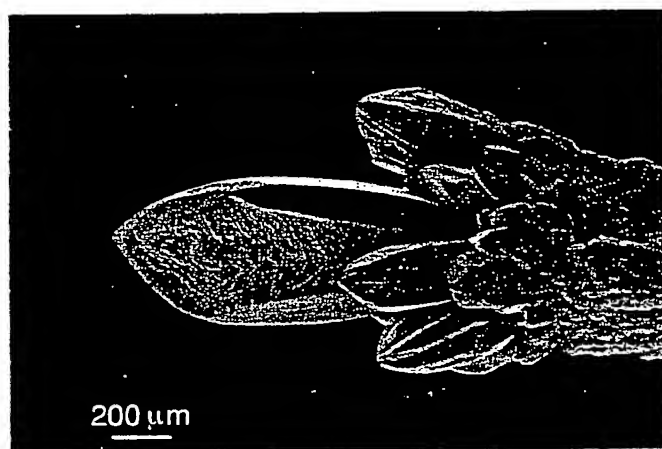
第 3 図



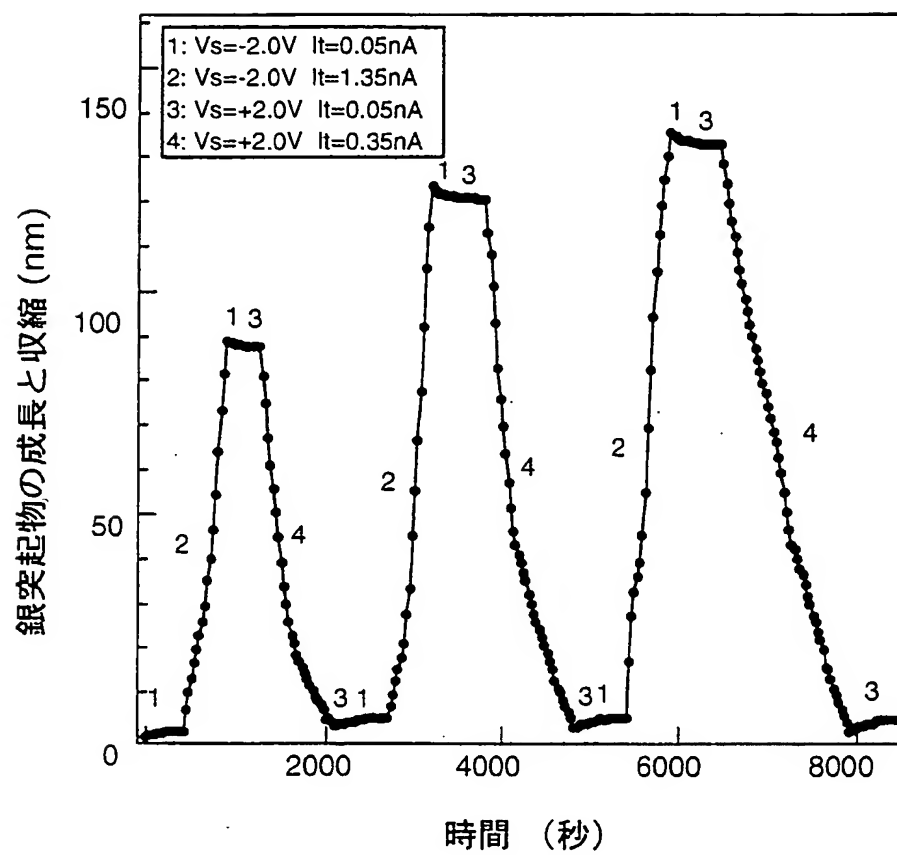
第 4 図



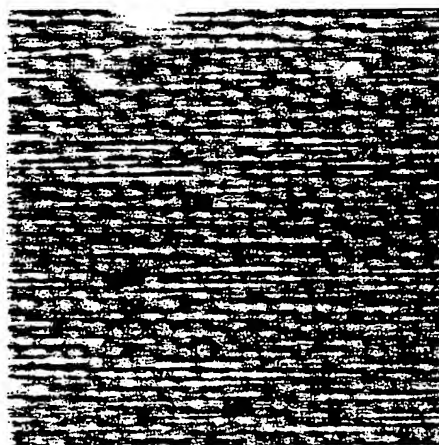
第 5 図



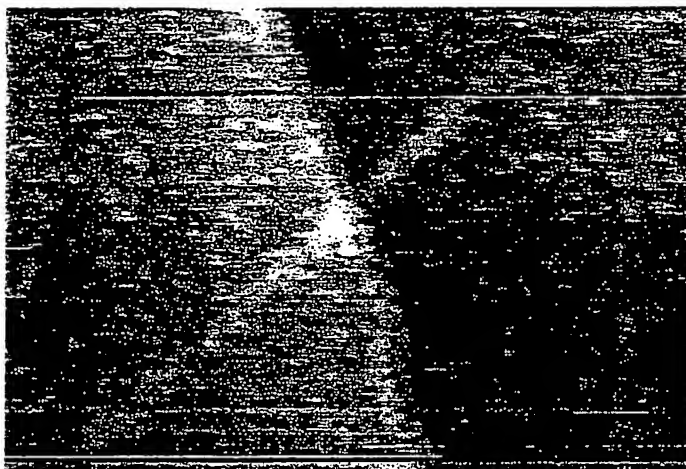
第 6 図



第 7 図



第 8 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G01N13/12, G01B7/34, G12B21/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G01N13/10-13/24, G01N7/34, G12B21/02-21/22,
H01J37/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JOIS (JICST FILE)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Kagaku Henshubu, "Bessatsu Kagaku; Korewa Sugoi!	1-3
Y	Kagaku no Sekai Kirokushu", 01 May, 1999 (01.09.99), Kagaku Dojin, pp.30-32	7,8
Y	JP, 6-74899, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 18 March, 1994 (18.03.94), Par. No. [0028]; Fig. 3	7,8
A	EP, 431623, A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA), 12 June, 1991 (12.06.91), Full text; Figs. 1 to 14 & JP, 3-179202, A & JP, 4-66802, A & CA, 2031733, C & EP, 431623, B1 & JP, 2-789244, B & JP, 2-802675, B	4-6
A	JP, 9-288115, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 04 November, 1997 (04.11.97), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	4-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance"E" earlier document but published on or after the international filing
date"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 February, 2000 (09.02.00)Date of mailing of the international search report
22 February, 2000 (22.02.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06385

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Fardad Forouzan, Allen J Bard, "Evidence for Faradaic Processes in Scanning Probe Microscopy on Mica in Humid Air", The Journal of Physical Chemistry B, Vol.101, No.50, December, 1997 (Columbas), pp.10876-10879	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N13/12, G01B7/34, G12B21/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01N13/10-13/24, G01N7/34, G12B21/02-21/22,
H01J37/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
 JOIS (JICSTファイル)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	化学編集部「別冊化学これはすごい! 化学の世界記録集」1. 5月. 1999 (0 1. 05. 99) 化学同人 p. 30-32	1-3 7, 8
Y	J P, 6-74899, A (松下電器産業株式会社) 18. 3月. 1994 (18. 03. 94) 段落番号【0028】、第3図 (ファミリーなし)	7, 8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 02. 00

国際調査報告の発送日

22.02.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本郷 徹

2J

9806

電話番号 03-3581-1101 内線 3251

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP, 431623, A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 12. 6月. 1991 (12. 06. 91) 全文, 第1-14図 & JP, 3-179202, A & JP, 4-66802, A & CA, 2031733, C & EP, 431623, B1 & JP, 2-789244, B & JP, 2-802675, B	4-6
A	JP, 9-288115, A (日本電信電話株式会社) 4. 11月. 1997 (04. 11. 97) 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	4-6
A	The Journal of Physical Chemistry B, 第101巻, 第50号, 12月. 1997 (Columbas), Fardad Forouzan, Allen J Bard 「Evidence for Faradaic Processes in Scanning Probe Microscopy on Mica in Humid Air」, pp.10876-10879	1-8

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☒ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**